

Perdas causadas por *Helicoverpa armigera*
(Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomate para
processamento industrial



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
226**

**Perdas causadas por *Helicoverpa armigera*
(Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomate
para processamento industrial**

*Miguel Michereff Filho
Nayara Cristina de Magalhães Sousa
Maria Esther de Noronha Fonseca Boiteux
Patrícia Santos da Silva
Paloma Alves da Silva
Karla Fernanda Ayres de Souza Silva
Antônio Williams Moita
Alexandre Specht
Jorge Braz Torres*

Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
2021

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na

Embrapa Hortaliças

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9

Caixa Postal 218

Brasília-DF

CEP 70.275-970

Fone: (61) 3385.9000

Fax: (61) 3556.5744

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

www.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

da Embrapa Hortaliças

Presidente

Henrique Martins Gianvecchio Carvalho

Editora Técnica

Flávia M. V. T. Clemente

Secretária

Clidineia Inez do Nascimento

Membros

Geovani Bernardo Amaro

Lucimeire Pilon

Raphael Augusto de Castro e Melo

Carlos Alberto Lopes

Marçal Henrique Amici Jorge

Alexandre Augusto de Moraes

Giovani Olegário da Silva

Francisco Herbeth Costa dos Santos

Caroline Jácome Costa

Iriani Rodrigues Maldonade

Francisco Vilela Resende

Italo Moraes Rocha Guedes

Normalização Bibliográfica

Antonia Veras de Souza

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica e tratamento

das ilustrações

André L. Garcia

Foto da capa

Moises Lopes Fernandes

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

Perdas causadas por *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)

em tomate para processamento industrial / Miguel Michereff Filho ... [et
al.]. - Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2021.

30 p. : il. color. ; 16 cm x 22 cm. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento /
Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229 ; 226).

1. Praga de planta. 2. Lagarta. 3. Perda da produção. I. Michereff Filho,
Miguel. II. Embrapa Hortaliças. III. Série.

CDD 632.7

Sumário

Resumo	7
Abstract	9
Introdução.....	10
Material e Métodos	12
Resultados e Discussão	17
Conclusão.....	26
Referências	26

Perdas causadas por *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomate para processamento industrial

Miguel Michereff Filho¹

Nayara Cristina de Magalhães Sousa²

Maria Esther de Noronha Fonseca Boiteux³

Patrícia Santos da Silva⁴

Paloma Alves da Silva⁵

Karla Fernanda Ayres de Souza Silva⁶

Antônio Williams Moita⁷

Alexandre Specht⁸

Jorge Braz Torres⁹

Resumo – O conhecimento das perdas na produção ocasionadas por *Helicoverpa armigera* em cultivos de tomateiro e da relação entre a infestação da praga e a redução de produtividade são fundamentais para o estabelecimento de um programa de manejo integrado. O presente trabalho teve como objetivos: (1) determinar as perdas na produção de tomate por *H. armigera* em cultivos para processamento industrial no Planalto Central brasileiro, e (2) determinar a relação da densidade de lagartas e a redução de produtividade de tomate. No levantamento de perdas em oito cultivos de tomateiro, em Cristalina (Goiás, GO), a produtividade estimada variou de 56,9 a 111,5 t ha⁻¹, com broqueamento de frutos entre 4,7% e 46,9% e perdas de produtividade entre 1,5% e 19,3%. No experimento realizado com plantas em gaiolas nocampo, com sete densidades de lagartas (0 a 48 indivíduos metro linear⁻¹), verificou-se que a porcentagem de perdas variou de 3,5% a 38,6%, correspondendo a perda de 1,2 a 13,0 kg metro linear⁻¹ de tomate para processamento industrial. Houve relação positiva entre a

¹ Engenheiro-agrônomo, Doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

² Bióloga, doutoranda em Entomologia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

³ Engenheira-agrônoma, Ph.D. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

⁴ Engenheira-agrônoma, bolsista FAPDF, Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

⁵ Engenheira-agrônoma, estagiária na Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

⁶ Bióloga, doutoranda em Entomologia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

⁷ Matemático, Mestre em Estatística e Experimentação Agronômica, pesquisador aposentado da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

⁸ Biólogo, Doutor em Zoologia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Brasília, DF.

⁹ Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Entomologia, professor do Departamento de Agronomia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

densidade de lagartas, a porcentagem de frutos broqueados e a redução de produtividade. Densidades de 1 a 2 lagartas metro linear⁻¹ ocasionaram perdas de produtividade superiores a 3%.

Termos para indexação: Avaliação de danos, densidade populacional, *Solanum lycopersicum*.

Perdas causadas por *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomate para processamento industrial

Abstract – Knowledge of the losses in production caused by *Helicoverpa armigera* on tomato crops and the relationship between pest infestation and yield reduction are fundamental for the establishment of an integrated management program. This work had as objectives: (1) to determine the losses on commercial fields of processing tomatoes by *H. armigera* in the Brazilian Planalto Central, and (2) to determine the relationship between larvae density and the tomato yield reduction. In the survey of losses in eight tomato fields, in Cristalina (Goiás, GO), the estimated yield ranged from 56.9 to 111.5 t ha⁻¹, with fruit bored between 4.7% and 46.9% and yield losses between 1.5% and 19.2%. In the experiment carried using field-caged plants, with seven larval densities (0 to 48 larvae per linear meter⁻¹), it was found that the percentage of losses varied from 3.5% to 38.6%, corresponding to a loss of 1.2 to 13.0 kg linear meter⁻¹ of tomato for industrial processing. There was a positive relationship of density of larvae, the percentage of bored fruits and the reduction in yield. Densities of 1 to 2 larvae linear meter⁻¹ caused yield losses higher than 3%.

Index terms: Damage assessment, population density, *Solanum lycopersicum*.

Introdução

A espécie *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Heliothinae: Noctuidae) é uma praga que tem causado perdas econômicas expressivas em diversas culturas agrícolas no mundo. Seu *status* como praga severa na agricultura deve-se a características biológicas de alto valor adaptativo como, polifagia, ciclo de vida curto, alta capacidade reprodutiva, grande mobilidade, adaptabilidade às diversas condições ambientais e resistência a diferentes grupos de inseticidas (King, 1994; Sharma, 2005).

Adultos de *H. armigera* são mariposas com asas de 30-45 mm de envergadura e sua longevidade é de, aproximadamente, 10 dias. As fêmeas produzem de 1000 a 3000 ovos, os quais depositados preferencialmente no terço apical das plantas de tomateiro, em folhas próximas às inflorescências abertas ou de cachos de frutos pequenos (Zalucki et al., 1986, 1994; Saour; Causse, 1996; Cunningham et al., 1999; Cameron et al., 2001). As lagartas de *H. armigera* totalmente desenvolvidas medem de 40-50 mm de comprimento, com grande variação em cores e marcações (Czepak et al., 2013a). A fase de larva tem duração de três a quatro semanas, com cinco a seis instares larvais (Fitt, 1989; Czepak et al., 2013a; Ávila et al., 2013).

Na cultura do tomateiro, tanto nos segmentos para mesa (mercado fresco) como para processamento industrial, essa praga tem causado grande prejuízo por atacar flores e frutos. Nos primeiros instares, *H. armigera* causa desfolha e reduz a frutificação efetiva, devido ao consumo de flores, porém, o broqueamento de frutos é o principal dano provocado por essa espécie, definindo-a como praga direta no tomateiro (Cameron et al., 2001; Torres-Vila et al., 2003; Walker et al., 2010). Os frutos são broqueados de fora para dentro, apresentando uma ou mais perfurações irregulares de tamanho variável e galeria até a polpa (Figura 1). O fruto jovem quando broqueado pode ser abortado pela planta, principalmente se for pequeno (<2,5 cm de diâmetro). A lagarta pode consumir todo o conteúdo interno do fruto, inviabilizando-o para o consumo in natura ou processamento industrial. O ataque também pode levar a deformações, à destruição parcial ou à perda total do fruto em decorrência do seu apodrecimento por microrganismos saprófitos. Os frutos podem ser danificados desde o início da frutificação até a época de colheita (Walker et al., 2010; Czepak et al., 2013b).

Entre 2012 e 2013, *H. armigera* assumiu *status* de praga-chave na cultura do tomateiro, ocasionando perdas severas em cultivos para mesa e para processamento industrial no Sudeste e Centro-Oeste brasileiros. Nessa época, no estado de Goiás, houve relatos de inúmeros produtores sobre perdas superiores a 60% na produção de frutos para o mercado de mesa, mesmo com intensiva aplicação de agrotóxicos nas lavouras (Czepak et al., 2013b; Michereff Filho; Michereff, 2017; Michereff Filho, et al., 2018).

O impacto econômico devido as perdas na produção ocasionadas por *H. armigera* foi registrado em países como Austrália, China e Índia, considerada praga-chave na cultura do algodoeiro (Downes et al., 2007). No mundo, anualmente são perdidos mais de US\$ 2 bilhões, devido aos danos causados por *H. armigera* em diversas culturas, excluindo custos socioeconômicos e ambientais (Tay et al., 2013). Esta praga possui grande importância econômica em cultivos de tomateiro em vários países (Arnó et al., 1999; Cameron et al., 2001; Torres-Vila et al., 2003; Sharma et al., 2009). Infestações de *H. armigera* em cultivos de tomateiro na Índia, Paquistão e Síria têm ocasionado entre 18% e 77,8% de frutos danificados e perdas de produção entre 1,5% a 35%, respectivamente (Dhandapani et al. 2003; Sharma et al. 2009; Daboul et al., 2011). Na Nova Zelândia, essa praga pode ocasionar entre 3,6% a 38% de perdas na produção em lavouras de tomateiro para processamento industrial (Cameron; Walker, 1988; Walker; Cameron 1990). Na Espanha, os padrões de qualidade acordados entre as indústrias de processamento e associações de produtores de tomate toleram de 2% a 5% de frutos danificados, sem a presença de larvas (Torres-Vila et al., 2003). Por outro lado, até 10% de frutos danificados é o limite aceitável para o tomate destinado à indústria na Nova Zelândia (Walker; Cameron, 1990). Segundo Herman e Cameron (1993), metade desse dano, ou seja, 5% estaria associada à infestação por *H. armigera*.

O sucesso do manejo integrado de uma praga-alvo depende do avanço de conhecimentos sobre sua bioecologia e seu potencial de ocasionar perdas na produção da cultura hospedeira, uma vez que, estas informações são essenciais para a tomada de decisão e o uso eficiente das táticas de controle (Pedigo et al., 1986; Pretty; Bharucha, 2015). Contudo, na cultura do tomateiro para processamento industrial, no Brasil, ainda são necessários mais estudos para a caracterização de perdas ocasionadas por *H. armigera* e para o estabelecimento dos níveis populacionais e/ou de injúrias toleráveis

como suporte à tomada de decisão para controle dessa praga. Assim, o presente trabalho teve objetivos: i) Estimar as perdas na produção de tomate para processamento industrial ocasionadas pelo ataque de lagartas de *H. armigera* no Planalto Central brasileiro, e ii) determinar a relação da densidade de lagartas da praga e a redução de produtividade de tomate.

Material e Métodos

Levantamento de perdas na produção de tomate em lavouras comerciais

O estudo foi realizado em oito áreas comerciais de tomateiro para processamento industrial, irrigadas por pivô central, pertencentes ao Grupo Sorgatto Agroindustrial e à Agropecuária Agriter Ltda., em Cristalina, Goiás (16° 21'S; 47° 32'O e 16° 18'S; 47° 37'O), durante as safras de 2014 (fevereiro a maio), 2015 (fevereiro a maio), 2016 (junho a agosto) e 2017 (março a maio). Essa região foi escolhida por representar um importante polo de produção de tomate industrial do Centro-Oeste brasileiro. Em todas as lavouras amostradas foi utilizada a cultivar H9553 (Heinz Seed, Pensilvânia, EUA) e os produtores mantiveram as suas práticas culturais de rotina, incluindo as aplicações de pesticidas.

A infestação de lepidópteros broqueadores de frutos foi avaliada em cada lavoura, em intervalos quinzenais, do florescimento até a semana da colheita. Em cada lavoura foram coletadas todas as lagartas encontradas, independentemente do tamanho e da espécie. Estes insetos foram levados para o laboratório e mantidos em dieta artificial para noctuídeos, com modificações conforme Montezano et al. (2013, 2014), até se tornarem adultos para identificação. A identificação das mariposas foi realizada com base na coleção de referência da Embrapa Cerrados (Brasília, DF). No caso de *Helicoverpa*, a distinção entre *H. armigera* e *H. zea* foi realizada por meio de características morfológicas da genitália das mariposas, em combinação com a análise de sequência parcial da região do DNA mitocondrial contendo o gene de Citocromo oxidase C subunidade I (COI), conforme descrito por Michereff et al. (2018).

Para o levantamento de perdas ocasionadas por *H. armigera* foram adotadas as metodologias propostas por Hutchison e Campbell (1994) e Stewart (1997), com adaptações para a cultura do tomateiro para processamento industrial, utilizando-se um plano de amostragem sistemática.

Sete dias antes da colheita, em cada lavoura foram escolhidos aleatoriamente cinco pontos de amostragem, distribuídos ao longo da bordadura e interior da área cultivada. Estes pontos de amostragem foram equidistantes em pelo menos 20 m e, em cada ponto foi demarcada uma parcela de 10 x 10 m (100 m²). Dentro de cada parcela foram escolhidos, ao acaso, três amostras de 1 metro linear, equidistantes em pelo menos 3 m, totalizando 15 plantas. Na mesma parcela foram avaliadas 15 plantas sadias (sem lagartas e frutos danificados) localizadas nas adjacências das linhas de cultivo amostradas. Para cada ponto amostral na lavoura determinou-se a porcentagem de frutos broqueados, a severidade de injúria (baseada em escala de notas), a produtividade potencial, a produtividade real e a porcentagem de perda de produtividade.

Em cada planta selecionada na amostragem coletaram-se todos os frutos, os quais foram classificados quanto ao tamanho e entre sadios e danificados pelas lagartas, registrando-se o número e o peso de cada categoria. Para as categorias de tamanho considerou-se: pequeno - diâmetros transversais entre 0,5 e 3 cm; médio - 3,1 a 5 cm, e grande - acima de 5,1 cm.

Na avaliação do ataque aos frutos por lepidópteros broqueadores considerou-se, apenas, as plantas correspondentes às três amostras de 1 metro linear, por ponto amostral. A porcentagem de frutos broqueados foi determinada pela quantidade de frutos sadios e frutos broqueados. Para a estimativa da severidade de injúria utilizou-se a seguinte escala visual de notas: 0 = fruto sadio; 1 = fruto com raspagem e perfurações superficiais, sem atravessar o epicarpo; 2 = fruto com pequenas perfurações (diâmetro < 5 mm) atravessando o epicarpo; 3 = frutos com perfurações entre 5 e 10 mm de diâmetro; 4 = frutos com perfurações grandes (> 1 cm de diâmetro) e profundas, mostrando a polpa, em fase inicial de decomposição ou deformado e 5 = fruto muito broqueado e em plena decomposição (Figura 1). Com os dados obtidos foi calculado o índice de severidade de injúria, pela fórmula de McKinney (1923):

$$SI (\%) = \frac{\sum(n \times f)}{Z \times N} \times 100$$

onde, SI (%) = severidade de injúria; n = nota da escala conferida ao fruto;
f = frequência das notas no total dos frutos da amostra (15 plantas por ponto

amostral); Z = valor numérico da nota máxima na escala e N = total de frutos da mostra.

A produtividade potencial ou atingível consistiu na estimativa de rendimento (t ha^{-1}) sem infestação e injúrias ocasionadas pela praga-alvo, embora outros fatores como demais pragas, doenças, fertilidade do solo, disponibilidade de água e condições meteorológicas, ainda tenham sido limitantes para a produção (Nutter et al., 1993). Esta variável foi estimada a partir do peso de todos os frutos coletados nas 15 plantas sadias (sem infestação de *H. armigera*) amostradas nas adjacências das três linhas de cultivo avaliadas em cada ponto amostral. Já a produtividade real ou observada correspondeu à estimativa de rendimento (t ha^{-1}) em áreas com infestação natural e injúrias da praga, mesmo havendo adoção de controle. Representa o que realmente foi aproveitado da lavoura para processamento industrial. Esta variável foi gerada com base no peso de frutos sadios e daqueles danificados com perfurações até 10 mm de diâmetro (notas de injúria de 0 até 3), nas três amostras de 1 metro linear, em cada ponto amostral da lavoura.

A perda de produtividade foi calculada pela diferença entre a produtividade potencial (na ausência da praga) e a produtividade real, as quais foram estimadas a partir das amostragens efetuadas na mesma lavoura (Hutchison; Campbell, 1994). Para tanto, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$PP (\%) = \frac{X_1 - X_2}{X_1} \times 100$$

onde, PP (%) = perda de produtividade; X_1 = produtividade potencial (t/ha), considerando todos os frutos de plantas não atacadas pela praga em cada ponto amostral; X_2 = produtividade real (t ha^{-1}), determinada nas três amostras de 1 metro linear após a retirada dos refugos (frutos com nota ≥ 4).

Os dados foram expressos em valores médios, gerados a partir de cinco pontos amostrais ($n = 5$) por lavoura. Os dados relativos à produtividade real, à porcentagem de frutos broqueados e à porcentagem de perda de produtividade foram submetidos à análise de correlação de Pearson, considerando-se conjuntamente todas as lavouras e os valores de cada ponto amostral ($n = 40$). Para cada lavoura também determinou-se a proporção de

frutos danificados entre as três categorias de tamanho, visando identificar a influência do tipo de fruto nos componentes de produção.

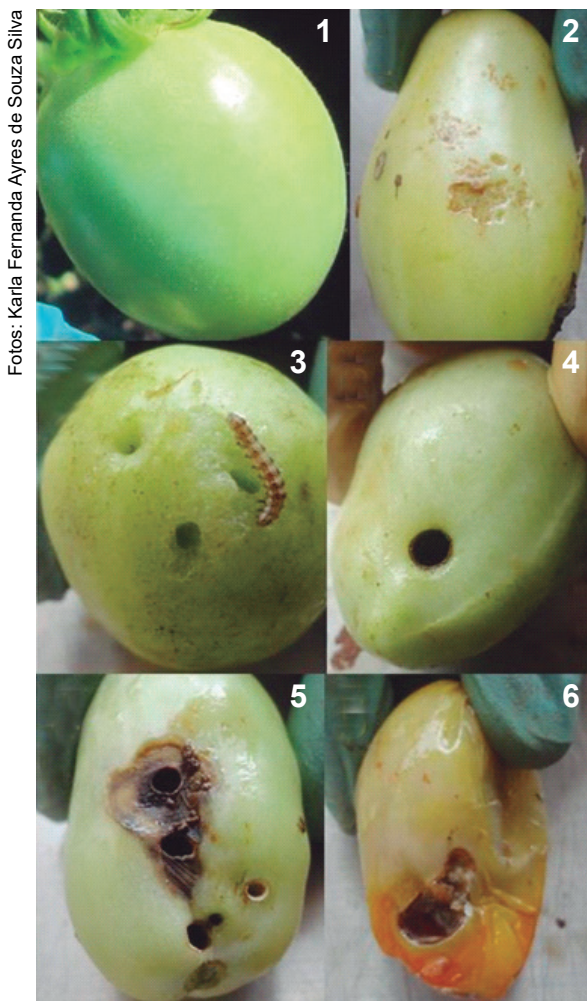


Figura 1. Sintomas de ataque de lagartas de *Helicoverpa armigera* em frutos de tomateiro para processamento industrial e escala visual de notas (0 a 5) para avaliação da severidade de injúria, sendo: **0** = fruto sadio; **1** = fruto com raspagem e perfurações superficiais, sem atravessar o epicarpo; **2** = fruto com pequenas perfurações (diâmetro < 5 mm) atravessando o epicarpo; **3** = fruto com perfurações entre 5 e 10 mm de diâmetro; **4** = fruto com perfurações grandes (> 1 cm de diâmetro) e profundas, mostrando a polpa, em fase inicial de decomposição ou deformado e **5** = fruto muito broqueado e em plena decomposição.

Estimativa de perdas de produção com infestação artificial

A intensidade de injúria provocada pela densidade populacional de lagartas foi avaliada considerando o ataque aos frutos a partir da infestação artificial de *H. armigera*, em condições de campo, na Embrapa Hortaliças, Gama-DF. Os indivíduos utilizados para o estabelecimento da criação e a realização dos experimentos foram oriundos de lagartas coletadas em cultivos de tomateiro para processamento industrial na região de Cristalina-GO, cuja espécie foi previamente identificada conforme descrito por Michereff et al. (2018). Lagartas recém-eclodidas foram individualizadas em copos plásticos de 50 mL, alimentadas com dieta artificial, permanecendo até atingirem a fase de pupa. As pupas foram sexadas de acordo com Butt e Cantu (1962), desinfetadas com formol 5%, água destilada e solução de cobre 1% (p/v), respectivamente. Posteriormente foram acondicionadas em caixas tipo Gerbox®, contendo vermiculita, até a emergência dos adultos. Estes foram transferidos para gaiolas de PVC (21cm de altura e 15cm de diâmetro), forradas internamente com papel kraft, utilizado como substrato para oviposição e posterior obtenção de lagartas. Os adultos foram alimentados com solução de mel a 10%. A população de *H. armigera* (adultos e lagartas) foi mantida em sala climatizada com temperatura de $27 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. No experimento foi utilizada a cultivar Heinz-9553 (Heinz Seed, Pensilvânia, EUA), a qual é um dos híbridos mais plantados no Brasil (Luz et al., 2016).

A área foi preparada conforme as práticas adotadas na região: aração, gradagem, adubação com NPK na formulação comercial 4-30-10 a 1000 kg ha⁻¹, seguida de nova gradagem. Foi utilizado o espaçamento de 0,2 m entre plantas, com sistema de irrigação e fertirrigação por gotejamento. As parcelas experimentais foram instaladas em 20 de junho de 2017 e 17 de junho de 2018, respectivamente. Para o controle da infestação foram utilizadas gaiolas confeccionadas com armação modular de ferro galvanizado (2m de altura x 6m de comprimento x 3m de largura) cobertas com tela anti-afídeo. Cada gaiola correspondeu a uma repetição e confinou seis plantas em fileira única, equivalendo a um metro linear de cultivo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com sete densidades de lagartas: 0 (testemunha), 1, 3, 6, 12, 24 e 48 lagartas por metro linear (gaiola) e quatro repetições por densidade. A infestação foi realizada com lagartas de segundo instar colocadas

individualmente, com auxílio de um pincel, na terceira folha completamente expandida do terço apical da planta, para simular o local de oviposição e início preferencial da infestação por *H. armigera*, em tomateiro (Torres-Vila et al. 2003; Silva; Carvalho, 2013). As infestações foram realizadas em duas etapas, a primeira com 50% de frutos verdes (± 5 cm de diâmetro) e a segunda infestação, 15 dias após a primeira liberação de lagartas. Ao final do experimento, que correspondeu a 30 dias após a infestação inicial, as parcelas experimentais foram colhidas manualmente, sendo os frutos acondicionados em caixas plásticas devidamente identificadas, por repetição e densidade de infestação. O número de frutos por planta, o número de frutos broqueados e o peso dos frutos foram registrados. Os frutos foram considerados broqueados quando apresentaram alguma injúria, como orifícios devido à alimentação das lagartas. O peso total dos frutos por parcela foi expresso em quilogramas por metro linear ($\text{kg metro linear}^{-1}$).

A perda de produtividade em razão das densidades de lagartas (tratamentos) foi gerada pela diferença entre a produtividade obtida na parcela testemunha (onde nenhuma lagarta foi liberada) e a produtividade da parcela submetida à infestação artificial do respectivo tratamento, conforme proposto por Walker (1992) e Buntin (2000). Utilizou-se a mesma fórmula do estudo anterior, porém, considerando as seguintes variáveis: PR (%) = porcentagem de perda de produtividade na parcela da densidade x; X_1 = produtividade ($\text{kg metro linear}^{-1}$) na parcela testemunha; X_2 = produtividade ($\text{kg metro linear}^{-1}$) na parcela da densidade x. A perda de produtividade foi calculada individualmente para cada repetição das diferentes densidades de lagartas (tratamentos) e os resultados apresentados em tabela foram expressos como valores médios, gerados a partir de quatro repetições por tratamento. Os dados relativos à produtividade e à perda de produtividade em função da densidade larval e da porcentagem de frutos broqueados foram submetidos à análise de regressão linear simples.

Resultados e Discussão

Levantamento de perdas na produção de tomate em lavouras comerciais

Todas as lagartas coletadas atacando frutos de tomate nas lavouras pertenceram à espécie *H. armigera*. A produtividade potencial nos cultivos

variou entre 65,2 e 115,1 (t ha⁻¹), enquanto a produtividade real (observada) foi de 56,9 a 111,5 (t ha⁻¹) (Tabela 1). Considerando todos os frutos colhidos (sadios + danificados) por planta nas safras de 2014 a 2017, cerca de 50,9% foram de tamanho médio, 30,0% foram grandes e 19,1% foram pequenos.

A porcentagem de frutos broqueados foi variável (4,7% a 46,9%), bem como a severidade de injúrias (SI de 6,9% a 27,9%) entre cultivos e safras (Tabela 1). Constatou-se um declínio nas infestações da praga e nas perdas de produção ao longo das safras. As infestações mais severas de *H. armigera* ocorreram nas safras de 2014 e 2015 (fevereiro-maio), resultando em perdas de produtividade entre 9,4% e 19,3%. Posteriormente, um pico de infestação foi verificado em uma das lavouras (junho-setembro) da safra de 2016, com 25,9% de frutos broqueados, severidade de injúria de 21,6% e perda de produtividade, em torno, de 8,3%. A porcentagem de frutos broqueados, a severidade de injúrias e, conseqüentemente, as perdas nas safras de 2014 e 2015, podem ser consideradas altas para áreas de produção comercial de tomate industrial com uso calendarizado de inseticidas químicos. No Brasil, para frutos da classe especial, o mais alto padrão de qualidade, a tolerância de danos graves é <10% para o tomate destinado à indústria (EMBRAPA, 2018). Os resultados deste estudo indicam substancial falha de controle de *H. armigera*, que poderia estar associada a diversos fatores, como demora na detecção da praga e na adoção das medidas de controle, uso de subdosagens de produtos, ingredientes ativos pouco eficazes contra a praga e/ou limitações na tecnologia de aplicação adotada pelos produtores. Declínio na infestação e nos danos de *H. armigera* em tomate industrial na região de Cristalina (GO) também foram relatados por Michereff Filho et al. (2018). No estudo realizado entre 2013 e 2017, os mesmos autores verificaram que os maiores níveis de ataque aos frutos (24%-50%) coincidiram com a colheita realizada (entre maio e julho) dos primeiros cultivos estabelecidos (fevereiro-março) na safra anual de tomate para processamento industrial em Goiás. Em ano com elevada infestação de lagartas também poderia ocorrer um pico de broqueamento de frutos próximo às últimas colheitas da safra.

No conjunto dos resultados, a produtividade real correlacionou-se negativamente com a porcentagem de frutos broqueados ($r = -0,87$; $P < 0,01$) e positivamente com a severidade de injúria ($r = 0,61$; $P < 0,01$), respectivamente. Entretanto, para a produção destinada ao processamento

Tabela 1. Levantamento de perdas de produtividade pela infestação de *Helicoverpa armigera* em cultivos comerciais de tomateiro para processamento industrial, entre 2014 e 2017, na região de Cristalina-GO.

Cultivo	Área	Época	Produtividade (t ha ⁻¹)		Frutos broqueados (%) ³	Severidade de injúria (%) ⁴	Perda de produtividade (%) ⁵
	(ha)		Potencial ¹	Real ²			
1	65	maio/2014	81,2±5,2	65,6±4,3	46,9±4,1	27,9±1,3	19,3±2,5
2	50		65,2±2,7	56,9±1,6	38,2±1,2	26,4±0,8	12,6±1,7
3	80	maio/2015	80,1±3,3	72,6±2,4	33,5±1,1	22,9±1,1	9,4±1,1
4	60		90,0±2,3	82,2±2,7	28,0±1,3	21,9±1,0	8,7±0,7
5	90	setembro/2016	111,8±14,7	108,4±8,7	15,5±1,1	13,9±1,6	3,0±0,3
6	100		99,5±4,8	91,3±3,3	25,9±2,5	21,6±1,2	8,3±0,8
7	82	junho/2017	115,1±3,9	111,5±2,5	13,2±1,2	17,8±1,9	3,1±0,9
8	93		108,2±8,3	106,6±7,2	4,7±0,6	6,9±1,1	1,5±0,5

¹Valores médios (±EP) obtidos de cinco pontos amostrais por lavoura, mediante a coleta de frutos de 15 plantas sem infestação e danos de lagartas de *H. armigera*, dentro de cada ponto amostral

²Estimativa de produtividade a partir de três amostras de 1 metro linear (15 plantas) em cada ponto amostral, considerando frutos sadios e danificados com perfurações até 10 mm de diâmetro (notas de injúria de 0 até 3), com valor para o processamento industrial.

³Valores médios (± EP) gerados de cinco pontos amostrais por lavoura, considerando a quantidade de frutos danificados e o total de frutos colhidos a partir de três amostras de 1 metro linear (15 plantas) em cada ponto amostral.

⁴Índice de severidade de injúria (SI), calculado pela fórmula de McKinney (1923), a partir de notas de injúria de 0 a 5, considerando frutos sadios e danificados coletados em cinco pontos amostrais dentro da lavoura.

⁵Perda de produtividade gerada pela diferença entre a produtividade potencial e a produtividade real para cada ponto amostral da lavoura, conforme fórmula apresentada no texto. Valores médios gerados a partir de cinco pontos amostrais por lavoura.

industrial o ataque de frutos por *H. armigera* pode não se refletir em redução direta na produtividade, como evidenciado pela baixa correlação ($r = 0,2970$; $P = 0,034$) entre a porcentagem de frutos broqueados e a porcentagem de perdas na produtividade. Qualquer tipo de injúria ocasionada por *H. armigera*

em frutos de tomate para mesa já pode inviabilizar a sua comercialização, em razão da grande exigência cosmética dos consumidores (Souza; Reis, 2003; Silva; Carvalho, 2013). Por outro lado, há maior tolerância para a intensidade de injúrias em frutos destinados para processamento industrial (Arnó et al., 1999; Cameron et al., 2001; Torres-Vila et al. 2003; Walker et al., 2010; EMBRAPA, 2018), resultando em menores perdas na produção mesmo com níveis de broqueamento de frutos superiores a 1%.

O ataque de lagartas de *H. armigera* predominou em frutos de tamanho médio, na maioria das lavouras avaliadas, de forma independente do nível de broqueamento dos frutos (Figura 2). Na safra de 2014, a qual teve a infestação mais severa da praga, dos 46,6% dos frutos broqueados no cultivo 1, aproximadamente 40,1% foram de tamanho médio, 35,7% foram grandes e 24,2% foram pequenos. Enquanto na safra de 2017, que apresentou os menores níveis de infestação de *H. armigera*, dos 4,7% dos frutos broqueados no cultivo 8, cerca de 59,3% foram de tamanho médio, 22,7% foram grandes e 18,0% foram pequenos. Estes resultados evidenciaram qual categoria de fruto danificado teve maior impacto nos componentes de produção. Os frutos de tamanho médio foram os mais produzidos pelas plantas e, também, os mais atacados pela praga. Geralmente, essa categoria de frutos concentra-se do terço mediano para a base da copa das plantas, cuja posição condiciona menor deposição das pulverizações de inseticidas, resultando em menor proteção contra lepidópteros broqueadores. Tais resultados, também poderiam ser explicados, em parte, pelo comportamento de deslocamento e de alimentação das lagartas. A partir do quarto ínstar, as lagartas tendem a se movimentar do terço superior da copa para a base da planta (Saour; Causse, 1996; Cunningham et al., 1999), visto que passam a fase de pupa no solo. Durante o processo de deslocamento, as lagartas continuam se alimentando (atacando novos frutos) e, por serem mais vorazes no sexto ínstar (Zalucki et al., 1986; Fitt, 1989), poderiam ocasionar maiores danos aos frutos de tamanho médio presentes ao longo da copa.

Estimativa de perdas de produção com infestação artificial

Para ambas as safras não houve diferença no peso médio de frutos sadios entre as diferentes densidades de lagartas (safra 2017 = 67,7 g fruto⁻¹; P = 0,987; safra 2018 = 63,6 g fruto⁻¹; P = 0,643), indicando que não houve

compensação de perdas na produção através do aumento do peso dos frutos sadios remanescentes, devido ao raleamento de frutos pelo ataque da praga. Resultados semelhantes foram relatados por Welter et al. (1989) e Torres-Vila et al., 2003. Por outro lado, no presente estudo, a produtividade variou em função dos níveis de infestação da praga. A produtividade obtida na testemunha (sem infestação) foi, em média, $33,7 \pm 3,5$ e $34,5 \pm 2,6$ kg metro linear⁻¹ em ambos anos, respectivamente (Tabela 2). Contudo, a infestação do tomateiro com 1 a 48 lagartas metro linear⁻¹ resultou em produtividades que variaram de $31,7 \pm 2,6$ a $20,7 \pm 1,8$ e de $33,3 \pm 2,6$ a $22,8 \pm 3,7$ kg metro linear⁻¹ em 2017 e 2018, respectivamente. Esta variação também foi evidenciada pela análise de regressão, com relação significativa entre o aumento da infestação de lagartas e a queda de produtividade nas duas safras (2017, inclinação = $-0,60 \pm 0,11$; $F = 29,92$; $r^2 = 0,88$; $P < 0,0001$ e, 2018, inclinação = $-0,65 \pm 0,17$; $F = 14,47$; $r^2 = 0,78$; $P < 0,0001$).

Houve relação positiva e significativa da porcentagem de frutos broqueados e a densidade de lagartas em 2017 (inclinação = $0,43 \pm 0,04$; $F = 129,96$; $r^2 = 0,97$; $P = 0,0003$) e 2018 (inclinação = $0,11 \pm 0,02$; $F = 23,47$; $r^2 = 0,85$; $P = 0,008$). A porcentagem de frutos broqueados nos tratamentos com 1 a 48 lagartas metro linear⁻¹ variou de $<1\%$ a 17% em 2017 e de $<1\%$ a 4% em 2018.

A porcentagem de perdas de produtividade em função da infestação de *H. armigera* nas duas safras estudadas variou de $3,5\%$ a $38,6\%$, correspondendo a perdas de 1,2 a 13,0 kg metro linear⁻¹ de tomate para processamento industrial (Tabela 2). Houve relação positiva entre a porcentagem de frutos broqueados e a redução de produtividade (kg metro linear⁻¹) de tomate na safra de 2017 (inclinação = $0,77 \pm 0,18$; $F = 17,90$; $r^2 = 0,78$; $P = 0,008$) e na safra de 2018 (inclinação = $2,35 \pm 0,47$; $F = 25,14$; $r^2 = 0,83$; $P < 0,004$). De forma similar, a relação entre a perda de produtividade e a densidade populacional de lagartas foi significativa em 2017 (inclinação = $0,52 \pm 0,10$; $F = 26,67$; $r^2 = 0,87$; $P < 0,0001$) e em 2018 (inclinação = $0,35 \pm 0,07$; $F = 23,01$; $r^2 = 0,85$; $P < 0,0001$) (Figura 2), indicando que houve aumento na perda de produtividade com o incremento na infestação de lagartas. Portanto, os resultados confirmaram, em grande parte, as constatações do estudo anterior, que envolveu o levantamento exploratório de perdas ocasionadas por *H. armigera* em cultivos comerciais de tomate industrial na região de Cristalina-GO.

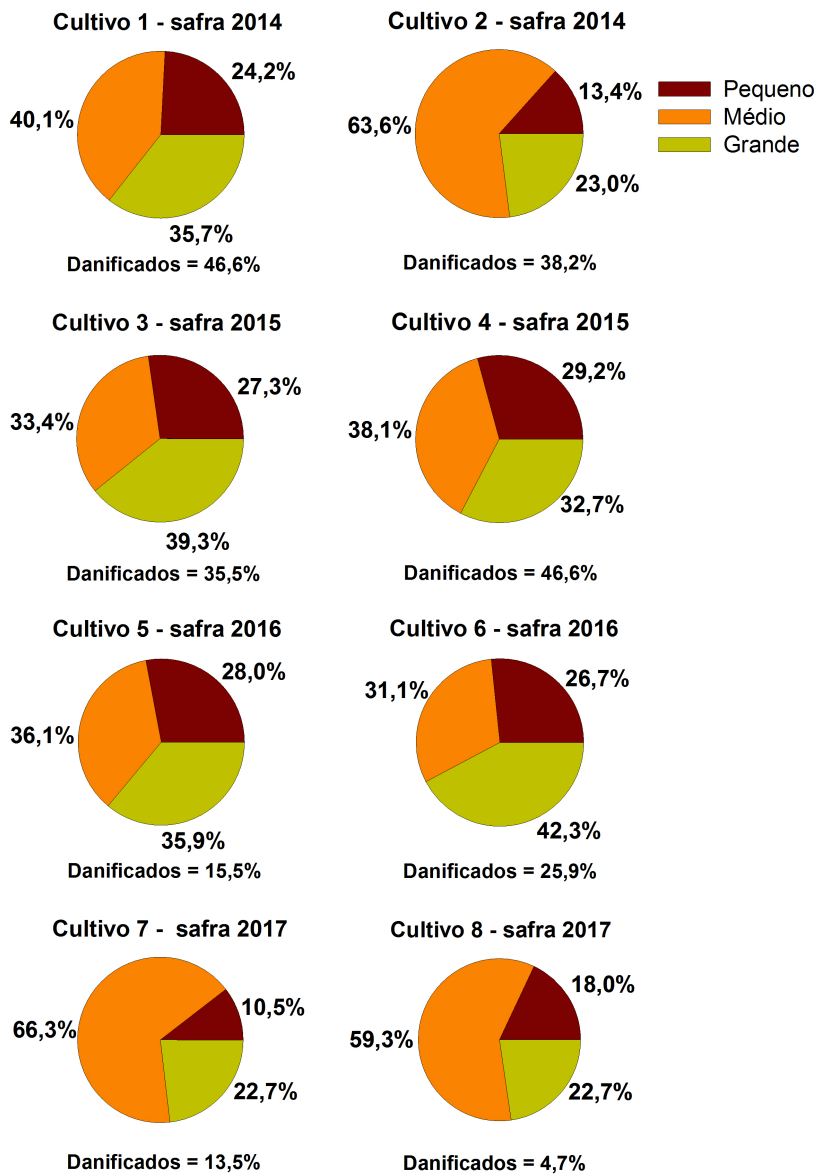


Figura 2. Distribuição das porcentagens de broqueamento de frutos por lagartas de *H. armigera* entre as categorias de tamanho de frutos, considerando o total de frutos atacados nas amostras de cada lavoura. O valor apresentado abaixo de cada gráfico corresponde à estimativa da porcentagem de frutos broqueados na lavoura.

De forma complementar, este estudo com densidades populacionais de lagartas manipuladas em gaiolas de campo permitiu estabelecer a relação entre infestação da praga, injúrias e perda na produtividade. Esta relação é fundamental para as estimativas de perdas na produção e, principalmente, o valor do parâmetro de inclinação da reta é utilizado em fórmulas matemáticas para determinação do nível de dano econômico (NDE) e do nível de controle (NC) (Pedigo et al., 1986; Pedigo; Higley, 1992). Estes dois parâmetros constituem a base para tomada de decisão de controle no manejo integrado de pragas (Walker et al., 2010; Pretty; Bharucha, 2015).

Considerando uma redução de produção de 5% como tolerável pelos produtores de tomate industrial (Cameron et al., 2001), preliminarmente, pode-se inferir que esse nível de perda foi alcançado com aproximadamente 1 e 6 lagartas metro linear⁻¹ nas safras de 2017 e 2018, respectivamente (Tabela 2, Figura 2). Estes resultados mostram que, mesmo em baixa infestação de *H. armigera* (1 a 2 lagartas de segundo instar metro linear⁻¹), a produtividade de tomate para processamento industrial foi reduzida significativamente. Isto poderia ser explicado pela preferência das lagartas de *H. armigera* por estruturas reprodutivas (flores e frutos) e a tendência de ataque a vários frutos de tomate pelo mesmo indivíduo antes de completar o seu ciclo biológico (Zalucki et al. 1986, Saour; Causse, 1996;). Resultados semelhantes foram relatados por Cameron et al. (2001), Torres-vila et al. (2003) e Stacke et al. (2018), nas culturas de tomateiro para processamento industrial e soja.

A partir de determinada densidade de lagartas não houve um incremento diretamente proporcional nas perdas de produtividade (Tabela 2), ou seja, de 12 até 48 lagartas metro linear⁻¹ as perdas variaram de 32,1% a 38,6 na safra de 2017 e de 22,2% a 34,0% na safra de 2018, respectivamente. Isto provavelmente ocorre, pelo menos em parte, devido ao canibalismo natural entre lagartas de *H. armigera* no campo (Zalucki et al., 1986; Fitt, 1989), sendo este comportamento intensificado pelo aumento na densidade populacional de indivíduos. No presente estudo, esse fenômeno pode ter sido intensificado em razão do confinamento de lagartas em quantidade limitada de plantas dentro das gaiolas.

Apesar da importância de *H. armigera* para a cultura do tomateiro no Brasil, este foi o primeiro estudo que quantificou as perdas ocasionadas pela praga em cultivos comerciais de tomateiro para processamento industrial e determinou a relação entre infestação de lagartas, injúrias e perda na produtividade. As

informações geradas contribuirão para o avanço do conhecimento sobre os danos e prejuízos causados pela praga neste segmento da cadeia produtiva de tomate, em condições de Cerrado brasileiro. Além disso, essas informações serão úteis ao desenvolvimento dos níveis de dano econômico e de controle para *H. armigera* e, conseqüentemente, para o aprimoramento do manejo integrado de pragas do tomateiro industrial, promovendo a adoção consciente e eficiente dos métodos de controle, com aumento da lucratividade e da preservação ambiental.

Novos estudos serão necessários para estabelecer o impacto da infestação de *H. armigera* no rendimento e na qualidade da polpa de tomate, assim como as implicações econômicas, considerando diferentes cultivares, tipos de manejo da cultura e condições edafoclimáticas prevalentes nos principais polos de produção de tomate para processamento industrial no país.

Tabela 2. Valores médios (\pm erro padrão) de produtividade e de porcentagem de perda de produtividade de frutos de tomate para processamento industrial, cv. H9553, sob infestação artificial com diferentes densidades de lagartas de *Helicoverpa armigera*, em gaiolas de campo. Gama, Distrito Federal, 2017-2018.

Densidade de lagartas por metro linear	Produtividade	Perda de produtividade	
	(kg m linear ⁻¹)	(kg m linear ⁻¹)	(%) ¹
Safra 2017			
0	33,7 \pm 3,5	-	-
1	31,7 \pm 2,6	2,0 \pm 0,3	5,9
3	33,5 \pm 2,3	3,2 \pm 0,6	9,5
6	30,4 \pm 3,1	3,3 \pm 1,0	9,9
12	22,9 \pm 1,7	10,8 \pm 1,9	32,1
24	22,1 \pm 3,4	11,6 \pm 2,1	34,4
48	20,7 \pm 1,8	13,0 \pm 2,3	38,6
Safra 2018			
0	34,5 \pm 2,6	-	-
1	33,3 \pm 2,6	1,2 \pm 0,2	3,5
3	32,9 \pm 0,8	1,5 \pm 0,2	4,5
6	32,3 \pm 2,8	2,2 \pm 0,8	6,3
12	26,8 \pm 8,1	7,7 \pm 0,8	22,2
24	24,8 \pm 2,0	9,8 \pm 1,0	28,3
48	22,8 \pm 3,7	11,8 \pm 1,2	34,1

¹Valores médios gerados a partir da estimativa da porcentagem de perda de produtividade em cada uma das quatro parcelas submetidas à respectiva densidade de lagartas. Ver texto para detalhes da fórmula utilizada.

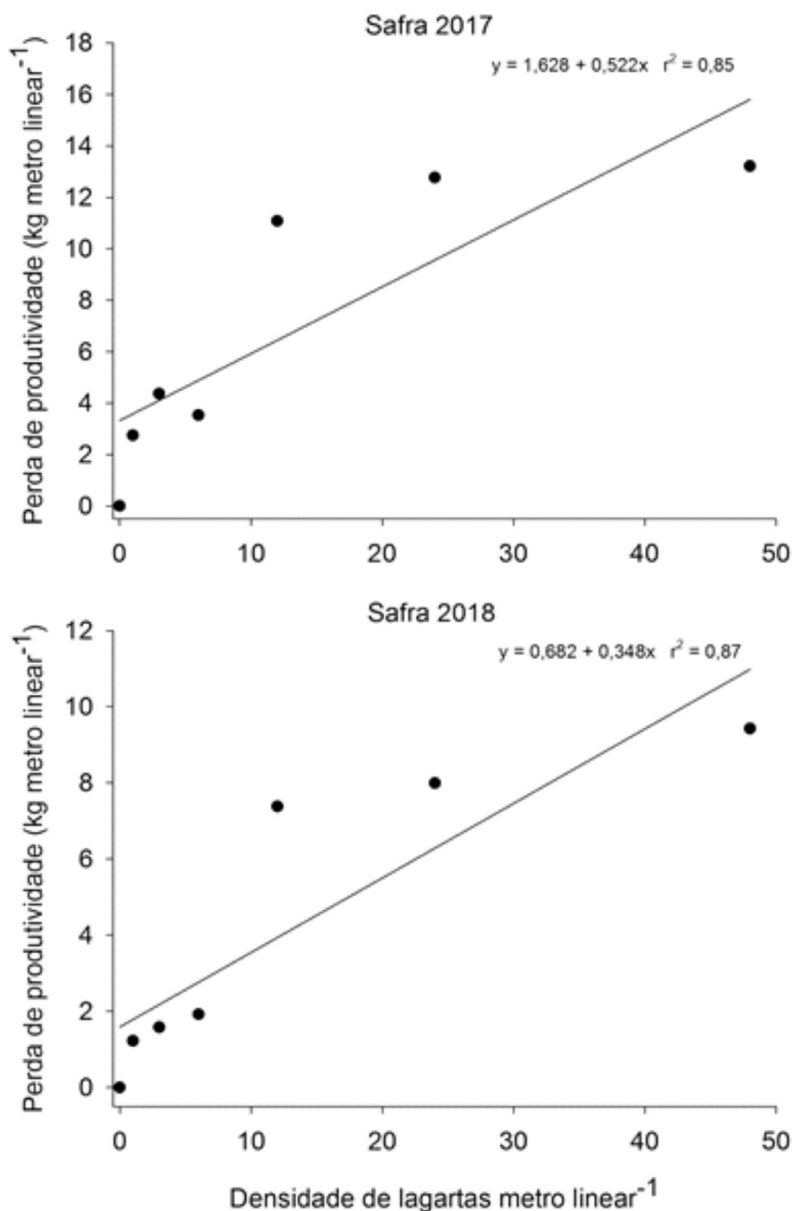


Figura 3. Relação entre a perda de produtividade (kg metro linear⁻¹) de tomate para processamento industrial e a densidade populacional de lagartas (indivíduos metro linear⁻¹) de *Helicoverpa armigera*, mediante infestação artificial, durante as safras de 2017 e 2018. Gama, Distrito Federal, 2017-2018.

Conclusões

– *Helicoverpa armigera* é uma praga importante em cultivos de tomateiro para processamento industrial no Estado de Goiás, podendo ocasionar perdas superiores a 20% na produção de frutos;

– Os frutos de tamanho médio, com diâmetro transversal entre 3,1 e 5 cm, são os mais atacados pelas lagartas de *H. armigera* em tomateiro rasteiro destinado ao processamento industrial;

– Existe forte relação positiva entre a perda na produtividade de tomate para processamento industrial e a densidade de lagartas por metro linear, e isto permitirá o desenvolvimento dos níveis de dano econômico e de controle para tomada de decisão no manejo integrado dessa praga e

– Mesmo em baixa infestação de lagartas de *H. armigera* a produtividade de tomate para processamento industrial é reduzida significativamente, podendo chegar a 5,9% de perda.

Agradecimentos

A todos estagiários e bolsistas do Laboratório de Entomologia da Embrapa Hortaliças, que contribuíram nas atividades de campo e laboratório. Ao funcionário Moises Lopes Fernandes, da Embrapa Hortaliças, pelo auxílio nos trabalhos desenvolvidos. À Embrapa (Macroprograma 2; Projeto *Helicoverpa armigera* - subsídios para o manejo integrado e da resistência à inseticidas e tecnologia de plantas Bt, com ênfase em paisagens agrícolas do Cerrado; 02.13.14.006.00.00) pelo suporte financeiro.

Referências

ARNÓ, J.; GABARRA, R.; ROIG, J.; FOSCH, T.; BIECHE, B.J. Integrated pest management for processing tomatoes in the Ebro Delta (Spain). *Acta Horticulturae*, v. 487, p. 207-211, 1999.

ÁVILA, J. C.; VIVAN, L. M.; TOMQUELSKI, G. V. **Ocorrência, aspectos biológicos, danos e estratégias de manejo de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) nos sistemas de produção agrícolas.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 12 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular Técnica, 23). Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/963341> > Acesso em: 01 jun. 2018.

BUNTIN, G. D. Techniques for evaluating yield loss from insects. In: PETERSON, R. K. D.; HIGLEY, L. G. (Ed.). **Biotic stress and yield loss**. Boca Raton: CRC Press, cap. 3, p. 34-52. 2000.

BUTT, B. A.; CANTU, E. **Sex determination of lepidopterous pupae**. [Washington]: USDA, 1962. 7 p. (USDA. ARS-33-75).

CAMERON, P. J.; WALKER, G. P.; HERMAN, T. J. B.; WALLACE, A. R. Development of economic thresholds and monitoring systems for *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, n. 5, p. 1104-1112, 01 Octob. 2001.

CUNNINGHAM, J. P.; ZALUCKI, M. P.; WEST, S. A. Learning in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) a new look at the behavior and control of a polyphagous pest. **Bulletin of Entomological Research**, v. 89, n. 03, p. 201-207, 9 Mar. 1999.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K.C.; VIVAN, L.M.; GUIMARÃES, H.O.; CARVALHAIS, T. Primeiro registro de ocorrência de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 110-113, Jan./Mar. 2013a.

CZEPAK, C.; ALBERNAZ, K. C.; MARTINS, J. P. T.; ORTEGA, M. A.; LOMBARDI, L. F. M.; SOUSA, N. R. A.; MORAIS, L. S.; BARROS, L. S. Potencial devastador. **Cultivar HF**, v. 2, p. 3-7, fev. 2013b.

DABOUL, S. Y.; BSHEER, A. E. M.; BASEET, I. Y. A. Relative susceptibility of some tomato cultivars to *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera:Noctuidae) infestation in Dara'a- Syria. **Jordan Journal of Agricultural Sciences**, v.7, n. 4, p. 617-623, 2011.

DHANDAPANI, N. U.; SHEKHAR, R.; MURUGAN, M. Bio-intensive pest management (BIPM) in major vegetable crops: an Indian perspective. **Journal of Food, Agriculture and Environmental**, v. 1, p. 333-339, 2003.

DOWNES, S.; MAHON, R.; OLSEN, K. Monitoring and adaptive resistance management in Australia for Bt-cotton: current status and future challenges. **Journal of Invertebrat Pathology**, v. 95, n.5, p. 208-213, Jul. 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2018. Classificação de hortaliças. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPH-2009/26382/1/do_22.pdf. Acessado em: 10/05/2020.

FITT, G. P. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 34, n. 1, p. 17-52, 1989.

HERMAN, T. J. B.; CAMERON, P. J. The value of IPM in processing tomatoes, In: SUCKLING, D. M.; POPAY, A. J. (Ed.). **Plant Protection: costs, benefits and trade implications**. Lincoln, New Zealand: N.Z. Plant Protection Society, 1993, p. 61-67.

HUTCHISON, W. D.; CAMPBELL, C. D. Economic impact of Sugarbeet root aphid (Homoptera: Aphididae) on sugarbeet yield and quality in southern Minnesota. **Journal of Economic Entomology**, v. 87, n. 2, p. 465-475, Apr. 1994.

KING, A. B. S. *Heliothis/Helicoverpa* (Lepidoptera: Noctuidae), In: MATTHEWS, C. A.; TUNSTALL, J. P. (Ed.). **Insect pests of cotton**. Wallingford: CAB International, 1994. p. 39-106.

LUZ, J. M. Q.; BITTAR, C. A.; OLIVEIRA, R. C.; NASCIMENTO, A. R.; NOGUEIRA A. P. O. Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 483-490, Oct./Dec.2016.

MCKINNEY, H. H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, v.26, n3, p.195-218, 1923.

MICHEREFF FILHO, M.; MICHEREFF, M. F. F. Controle de pragas na agricultura brasileira: estamos no rumo da sustentabilidade? In: LOPES, C. A.; PEDROSO, M. T. M. (Ed.). **Sustentabilidade e horticultura no Brasil: da retórica à prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 287-315. (Embrapa-DPD. Texto para discussão, 47). Disponível em: < <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1077157>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

MICHEREFF FILHO, M.; BOITEUX, M. E. de N. F.; BOITEUX, L. S.; SPECHT, A.; MOITA, A. W.; SILVA, K. F. A. de S.; SILVA, P. S. da; SOUSA, N. C. de M. **Levantamento de espécies de noctuídeos em cultivos de tomateiro no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2018. 36p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 159). Disponível em:< <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/>>. Acesso em: 01 ago. 2018.

MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; BORTOLIN, T. M.; FRONZA, E.; PEZZI, P.; LUZ, P. C.; BARROS, N. M. Immature stages of *Spodoptera albula* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae): developmental parameters and host plants. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 1, p. 271-284, Mar. 2013.

MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; BARROS, N. M. Immature stages of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae): developmental parameters and host plants. **Journal of Insect Science**, v. 14, n. 1, p. 1-11, Jan. 2014.

NUTTER, F. W. JR.; TENG, P. S.; ROYER, M. H. Terms and concepts for yield, crop loss, and disease thresholds. **Plant Disease**, v. 77, n. 2, p. 211-215, Febr. 1993.

PEDIGO, L. P.; HUTCHINS, S. H.; HIGLEY, L. G. Economic injury levels in theory and practice. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 31, n. 1, p. 341-68, 1986.

PEDIGO, L. P.; HIGLEY, L. G. A. New perspective of the economic injury level concept and environmental quality. **American Entomologist**, v. 38, p. 12-21, 1992.

PRETTY, J.; BHARUCHA, Z. P. Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa. **Insects**, v. 6, n. 152-182, 2015.

SAOUR, G.; CAUSSE, R. Comportement alimentaire des chenilles d'*Helicoverpa armigera* Hbn. (Lep., Noctuidae) sur tomate cultivée sous serre. **Journal of Applied Entomology**, v. 120, p. 87-92, 1996.

SHARMA, H. C. **Heliothis/Helicoverpa management: emerging trends and strategies for future research**. New Delhi: Oxford and IBH Publishers, 2005, 469p.

SHARMA, K.C.; BHARADWAJ, S.C.; KUMAR, S. Host plant resistance in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) against fruit borer, *Helicoverpa armigera* (Hübner) - A review. **Resistant Pest Management Newsletter**, v. 19, n. 1, p. 48-51. 2009.

SILVA, A. C.; CARVALHO, G. A. Manejo integrado de pragas. In: ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: Universitária de Lavras, 2013. p. 355-412.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. Principais pragas do tomate para mesa: bioecologia, dano e controle. **Informe Agropecuário**, v. 24, n. 219, p. 79-92, 2003.

STACKE, R.F.; ARNEMANN, J.A.; ROGERS, J.; STACKE, R.S.; STRAHL, T.T.; PERINI, C.R.; GUEDES, J.V. Damage assessment of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean reproductive stages. **Crop Protection**, v. 112, p. 10-17, May. 2018.

STEWART, D. A. B. Economic losses in cereal crops following damage by the African migratory locust, *Locusta migratoria migratorioides* (Reiche & Fairmaire) (Orthoptera: Acrididae), in the Northern Province of South Africa. **African Entomology**, v. 5, n.1, p. 167-170, 1997.

TAY, W.T.; SORIA, M.F.; WALSH, T.; THOMAZONI, D.; SILVIE, P.; BEHERE, G.T.; ANDERSON, C.; DOWNES, S. A brave new world for an old-world pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. **PLoS ONE**, v. 8, n. 11, e80134. nov. 2013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080134>

TORRES-VILA, L. M.; RODRIGUEZ-MOLINA, M. C.; LACASA-PLASENCIA, A. Impact of *Helicoverpa armigera* larval density and crop phenology on yield and quality losses in processing tomato: developing fruit count-based damage thresholds for IPM decision-making. **Crop Protection**, v. 22, n. 3, p. 521-532, 2003.

WALKER, G. P.; CAMERON, P. J. Pheromone trapping and field scouting for tomato fruitworm in tomatoes and sweet corn. **Proceedings of the Forty Third New Zealand Weed Pest Control Conference**, v. 43, p. 17-20, 1990.

WALKER, P. T. Quantifying the relationship between insect populations, damage yield and economic thresholds. Chapter 12, p. 114-125. In: Teng, P. S. (Ed.). **Crop loss assessment and pest management**. Charbagh Lucknow (India): International Book Distributing. 270p. 1992.

WALKER, G. P.; HERMAN, T. J.; KALE, A. J.; WALLACE, A. R. An adjustable action threshold using larval parasitism of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in IPM for processing tomatoes. **Biological Control**, v. 52, p. 30-36, 2010.

WELTER, S.C.; JOHNSON, M.W.; TOSCANO, N.C.; PERRING, T.M.; VARELA, L. Herbivore effects on fresh and processing tomato productivity before harvest. **Journal of Economic Entomology**, v 82, n. 3, p. 935-941, Jun.1989.

ZALUCKI, M. P.; DAGLISH, G.; FIREMPONG, S.; TWINE, P. H. The biology and ecology of *Heliothis armigera* (Hübner) and *Heliothis punctigera* Wallengren (Lepidoptera, Noctuidae) in Australia - what do we know? **Australian Journal of Zoology**, v. 34, n. 6, p. 779-814, 1986.

ZALUCKI, M. P.; MURRAY, D. A. H.; GREGG, P. C.; FITT, G. P.; PTWINE, H.; JONES, C. Ecology of *Helicoverpa armigera* (Hübner) and *Heliothis punctigera* (Wallengren) in the inland of Australia - larval sampling and host-plant relationships during winter and spring. **Australian Journal of Zoology**, v. 42, n. 3, p. 329-346, 1994.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL